

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2001-289330

(43) Date of publication of application : 19.10.2001

(51) Int.CI.

F16J 15/32
E02F 9/00

(21) Application number : 2000-107498

(71) Applicant : KOMATSU LTD

(22) Date of filing : 10.04.2000

(72) Inventor : YAMAMOTO HIROSHI
TOKUNAGA HIROYUKI

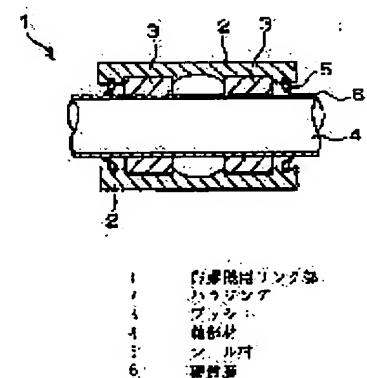
(54) SLIDE CONTACT STRUCTURE OF SEALING PART OF CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING MACHINE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a slide contact structure of a sealing part of a construction and civil engineering machine capable of suppressing the wear and damage of a sealing member for a long time in accordance with the friction between the sealing member and a shaft member.

SOLUTION: This slide contact structure is applied to various slide contact parts provided with the sealing member 5 such as an oil seal and the shaft member 4 for rotary shaft, reciprocating shaft, and oscillation shaft sliding in contact with the sealing member 5. The shaft member 4 is made of ordinary carbon steel, and a film formation treatment for a hard film 6 made of amorphous carbon film and ceramic of chrome nitride or titanium carbide is applied on its surface to form a film having extremely high surface hardness and uniform thickness. Preferably, the hydrogen that the hard film 6 contains is 10 atomic % or less. This hard film 6 has a smaller friction coefficient than the other hard films such as an oxide film and a nitride film, very smooth surface, and excellent resistance against wear. Furthermore, this hard film can maintain satisfactory quality for a long time to prevent the reduction of a sealing function of the sealing part.

本発明は代表的な実施形態であるシール部の構造特徴の一例を示す概略図である。



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-289330

(P2001-289330A)

(43)公開日 平成13年10月19日 (2001.10.19)

(51)Int.Cl.⁷

F 16 J 15/32
E 02 F 9/00

識別記号

311

F I

F 16 J 15/32
E 02 F 9/00

テ-マート(参考)

311Z 2D015
A 3J006

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全7頁)

(21)出願番号

特願2000-107498(P2000-107498)

(22)出願日

平成12年4月10日 (2000.4.10)

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 山本 浩

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(72)発明者 徳永 裕之

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(74)代理人 100091948

弁理士 野口 武男

Fターム(参考) 2D015 AA02

3J006 AE15

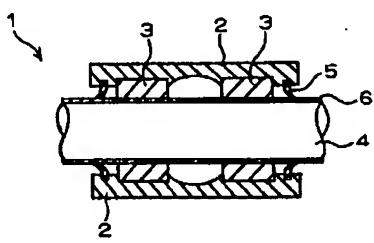
(54)【発明の名称】 建設・土木機械のシール部の摺接構造

(57)【要約】

【課題】シール材と軸部材との間の摩擦に伴って、同シール材の磨耗や損傷を長期間にわたって抑制できる建設・土木機械のシール部の摺接構造を提供する。

【解決手段】オイルシール等のシール材(5)と、同シール材(5)に接触して摺動する回転軸、往復動軸又は搖動軸用の軸部材(4)とを備えた各種の摺接部に適用される。この軸部材(4)は一般的な炭素鋼等からなり、その表面に非晶質炭素膜、窒化クロム又は炭化チタンのセラミック等からなる硬質膜(6)の成膜処理を施し、極めて表面硬度を高く且つ均一な膜厚を形成する。前記硬質膜(6)の含有水素は10アトミック%以下であることが望ましい。この硬質膜(6)は他の硬質膜である酸化膜や窒化膜に比して摩擦係数が小さく非常に平滑な表面を有しており、耐磨耗性に優れている。しかも、この硬質膜(6)は品質を長く維持でき、シール部の密封機能を低下させることができない。

本発明の代表的な実施形態であるシール部の摺接構造の一例を概略的に示す概略断面図



- | | |
|---|----------|
| 1 | 作業機用リンク部 |
| 2 | ハウジング |
| 3 | ブッシュ |
| 4 | 軸部材 |
| 5 | シール材 |
| 6 | 硬質膜 |

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シール材と、同シール材に接触して摺動する軸部材とを備えた建設機械の各種装置に適用され、前記軸部材は鋼材から構成されてなり、同鋼材の表面硬さがHV 1, 500~10, 000を有する硬質膜により被覆されてなることを特徴とする建設・土木機械のシール部の摺接構造。

【請求項 2】 前記硬質膜は非晶質炭素膜からなる請求項1記載の建設・土木機械のシール部の摺接構造。

【請求項 3】 前記非晶質炭素膜の含有水素が10アトミック%以下である請求項2記載の建設・土木機械のシール部の摺接構造。

【請求項 4】 前記硬質膜は窒化クロム又は炭化チタンのセラミックからなる請求項1記載の建設・土木機械のシール部の摺接構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の技術分野】本発明は建設・土木機械におけるシール部の摺接構造に係わり、特に、シール材の磨耗や損傷を抑制することを可能にした建設・土木機械におけるシール部の摺接構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、シール部の摺接構造としては、例えば回転軸を支持する軸受部材の外部に取付けられた円筒状のハウジングの開口部にオイルシールやダストシール等のシール材を取付けて、前記シール材を前記回転軸に密着させて回転軸を回転させたり、同回転軸を介して前記ハウジングを揺動させたり、或いはハウジングに取付けられたシール材をシリンダの内部に往復動するロッドの周面に密着させて往復動させるような摺接構造がある。この摺接構造は建設・土木機械、或いは油圧機器の一般機械類などの回転軸、揺動軸又は往復動軸に適用されている。

【0003】この種の摺接構造にあっては、軸部材とシール材との間の摺接部における摩擦による磨耗や損傷により軸部材とシール材との間の接触圧力を失って外部から塵埃、水分や土砂等が浸入し、その異物による研磨作用により上記軸受部材、上記シリンダの内部や前記軸部材に磨耗損傷を生じるという問題等がある。

【0004】この軸部材やシール材の磨耗を防止することを可能にした摺接構造の一例が、例えば特開平7-7281号公報に開示されている。同公報に開示された鉄道車両用歯車装置の密封構造は、一对の円錐ころ軸受を介して歯車軸の一端部側をハウジングに支持し、前記歯車軸の一端部に歯車を固着した歯車装置にあって、前記ハウジングと前記歯車軸との間を密封するゴム製のオイルシールと、同オイルシールを外部に対して遮蔽するポリアミド系合成樹脂製のスリッパーとからなるシール材を備えている。

【0005】この従来の密封構造は、前記スリッパーと

前記オイルシールとを前記ハウジング内に装着して前記歯車軸の表面にすべり接触させ、上記歯車装置の内部を二重に密封している。更に、この従来の密封構造によると、前記スリッパーと前記オイルシールとの間にはグリース等の潤滑剤が充填されている。前記歯車軸の回転に伴って、前記潤滑剤が前記オイルシールと前記歯車軸との間の摺接面に導かれて薄い潤滑膜が形成される。

【0006】前記歯車軸は、前記オイルシールの先端に形成されたリップ部が密着して摺接する摺接部にSi₃N₄等のセラミックをコーティングしたり、PVD法によりTiN膜、TiAl₂N膜やTiC膜を生成したり、或いはイオン窒化処理によりFe₃N層やFe₂N層を生成して表面硬化処理を施している。

【0007】前記セラミックコーティングではピッカース硬さHV 1, 500以上の値で硬化させることができる。前記PVD法による場合はピッカース硬さでHV 1, 200以上の値で硬化させることができる。さらに前記イオン窒化処理による場合にはピッカース硬さでHV 2, 000以上の値で硬化させることができるとしている。また、上記のごとき表面硬化処理を施した鋼製の環状部材を前記歯車軸の外周部に外嵌して前記スリッパーと前記オイルシールとに対する摺接部とすることもできる。

【0008】この従来の歯車装置の密封構造によれば、歯車軸の前記摺接部の表面はピッカース硬さでHV 1, 000以上の値に硬化されているため、前記潤滑剤が消耗した場合や前記摺接部において潤滑不良が生じた場合でも、歯車軸の前記摺接部が異物粒子による摩擦作用により磨耗することを抑制できると共に、長期間にわたって密封性能を發揮させることができるとしている。

【0009】更に、この従来の密封構造にあっては、前記歯車軸の摺接部に前記環状部材を嵌合した構造である場合には、同環状部材自体を単独で上述のごとき表面硬化処理を行うことができるため、ピッカース硬度HV 1, 000以上の摺接部を有する歯車軸が簡単に得られる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述のごとく、上記特開平7-77281号公報に開示された歯車装置の密封構造にあっては、上記歯車軸の摺接面の硬度を単に向上させて、その磨耗を抑制することのみを期待していて、上記スリッパー及びオイルシールの磨耗量や磨耗速度を低減させようとしているものではない。従って、前記歯車軸の摺接面の硬度を単に上げるだけではオイルシールの耐磨耗性を確保することはできず、相変わらず磨耗の発生を誘発して、磨耗損傷を防止することはできない。

【0011】本発明は、かかる従来の課題を解消すべくなされたものであり、その具体的な目的はシール材と軸部材との間の摩擦に伴って、同シール材の磨耗や損傷を長期間にわたって抑制できるシール部の摺接構造を提供

することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段及び作用効果】一般的に、上記シール材に接触して摺動する軸部材の硬度が高ければ、摺動する軸部表面の磨耗を減少することができシール部の寿命を長くできると考えられていた。しかし、本発明者等は、かかる点を改良するだけでは不十分であると考え、オイルシールへの攻撃性の低い軸部表面の表面処理について究明した。

【0013】様々な実験の結果、本発明者等は上述のごとき密封構造の密封性、防水性、防塵性や漏油の防止等を低下させる大きな原因の一つに、シール材と硬質の軸部材表面との間で付着力が生じ、そのシール材が軸部材表面に移着したり磨耗粉を発生してシール材の密閉機能がなくなることがあるということを知った。

【0014】本発明者等は、かかる現象の発生を防止すべく更に検討を重ねたところ、意外にも、特定の成膜材料をもって所定の成膜処理を施せば、前記シール材と軸部材との間の付着力（摩擦係数）を低減できることが判明し、シール材の磨耗を発生させることなく予想外の成果を挙げることができ、従来では予測し得ない新規な発明をするに至った。本件請求項1に係る発明がそれであり、同発明はシール材と、同シール材に接触して摺動する軸部材とを備えた建設機械の各種装置に適用され、前記軸部材は鋼材から構成されたり、同鋼材の表面硬さがHV1, 500～10, 000を有する硬質膜により被覆されることを特徴とする建設機械のシール部の摺接構造にある。

【0015】本発明に係る摺接構造は、建設・土木機械の回転軸、往復動軸又は揺動軸とオイルシール、ダストシールやメカニカルシール等のシール材との摺接部に効果的に適用できる。

【0016】上記構成によれば、従来周知の炭素鋼又は合金鋼を母材とした軸部材の表面に成膜処理を施して、極めて表面硬度が高く且つ均一な膜厚の硬質膜を形成する。同硬質膜として、非晶質炭素膜、並びに窒化クロム又は炭化チタンのセラミックなどが挙げられる。この硬質膜は摩擦係数が小さく、しかも耐磨耗性に優れている。更に、この硬質膜は相手方の上記シール材と原子間の結合がしにくく、上記シール材と軸部材との間の付着力（摩擦係数）を減少させることができ、そのシール材の摺接部分における磨耗の発生を効果的に減少させることができる。

【0017】この請求項1に係る発明にあっては、前記軸部材の硬度を向上させることができることに相まって前記シール材を劣化させることもなく、品質を長く維持できるようになり、シール部の密封機能を低下させることができない。従って、この発明におけるシール部の摺接構造によるシール性、防水性、防塵性は長期にわたって確保され、同時にその潤滑性も長時間維持される。

【0018】本件請求項1に係る発明の硬質膜は、従来から広く知られた周知の成膜技術を使って形成される。その薄膜形成法としては、プラズマCVDや熱CVD等の化学的蒸着法、或いは真空蒸着やスパッタリング等の物理的蒸着法（PVD）などが挙げられる。この硬質膜の表面硬度は、ピッカース硬さで約HV1, 500～10, 000程度の極めて高い硬度値が得られ、軸部材の表面に滑らかで且つ均一な膜厚の薄膜を安定して形成することができる。

【0019】また、この発明にあっては、前記軸部材の表面に成膜された硬質膜に対して従来周知の材質をもつ一般的なシール材を適宜に採用できる。この硬質膜は前記シール材と激しく摺接しても、シール材の磨耗を抑制することができる。このため、前記シール材には合成樹脂又は合成ゴム等の軟質体、例えば従来のシール材より柔らかいシール材を効果的に採用することができる。従来のシール材の材質より柔軟なシール材を使用することにより、前記軸部材に対する摺接力が少なくでき、軸部材に擦過による傷を付けることをより減少させ得る。

【0020】また、請求項1に係る発明によれば、既述したごとく軸部材の表面に形成された上記硬質膜は、極めて高い硬度を有するため、従来ではシール材に混入させることができなかった各種のフィラー又は微粒子を含有するシール材を採用することができるようになる。これらのフィラーや微粒子としては、耐磨耗性をもつ炭素繊維、ポリアミド繊維などを挙げることができ、これらのフィラーや微粒子を含有させることによりシール材自体の耐磨耗性を向上させることができ、しかも摺接する相手である軸部材が極めて高硬度であることにより、フィラーや微粒子により磨耗することもない。

【0021】前記フィラー又は微粒子を含有するシール材は、従来周知の一般的な製法により形成される。その製法としては、例えばニトリルゴムに所望のフィラー又は微粒子を混練配合して所定の金型にて加熱、加圧成形する。本発明にあって、前記フィラーとして、 SiO_2 や Al_2O_3 等の酸化物、アルミニウムサイドやシリコンナイトサイド等の窒化物、ナノメータ領域のダイヤモンド等の粉末なども使用でき、上記繊維と同様にシール材にシール性、耐磨耗性、或いは強度や耐熱性などを付与することができる。

【0022】請求項2に係る発明は、上記請求項1に係る発明を受けて、前記硬質膜は非晶質炭素膜からなることを規定している。この非晶質の炭素膜は、他の硬質膜である酸化膜や窒化膜に比して摩擦係数が小さく、しかも耐磨耗性に優れている。この非晶質炭素膜は相手方の上記シール材と原子間の結合がしにくく、上記シール材と軸部材との間の付着力（摩擦係数）を減少させることができ、そのシール材の摺接部分における磨耗の発生を効果的に減少させることができる。

【0023】請求項3に係る発明は、前記非晶質炭素膜

の含有水素が10アトミック%以下であることを規定している。かかる構成によれば、この非晶質炭素膜により前述の作用効果が確実に発揮される。

【0024】一般に、この非晶質炭素膜にあって、水素を多く含有する膜の硬度は小さくなる。上記シール材に対する軸部材の成膜材料としては、好ましくは前記非晶質炭素膜の含有水素が10アトミック%以下であることが望ましい。この非晶質炭素膜中の水素含有量が10アトミック%以上であると、上記シール材に対する攻撃性が大きくなり、シール材の磨耗量が大きくなるおそれがあり、上記摺接構造の内部の完全な密封性を阻害するため、実施化には馴染まない。

【0025】この請求項3に係る発明によれば、上記シール材のシール性を阻害することもなく、上記軸部材の品質を確保することができると共に、この軸部材の周囲からの油漏れを良く抑制することができ、しかも塵埃、土砂や水分等の異物粒子の侵入を防止することができ、苛酷な使用条件下で長い寿命を得ることができる。

【0026】請求項4に係る発明は、前記硬質膜は窒化クロム又は炭化チタンのセラミックからなることを規定している。この窒化クロム又は炭化チタンは、摩擦係数が小さく、しかも耐磨耗性に優れている。この窒化クロム又は炭化チタンは上記非晶質炭素膜と同様に、相手方の上記シール材と原子間の結合がしにくく、上記シール材に対する付着力（摩擦係数）を減少させることができ、そのシール材の摺接部分における磨耗粉の発生を効果的に防止することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて具体的に説明する。本発明は、例えば図示せぬ建設・土木機械の回転軸、往復動軸又は揺動軸にオイルシール、ダストシールやメカニカルシール等のシール材を接触させて摺動するシール部の摺接構造に効果的に適用できる。なお、本実施形態では掘削機に装備されたブームやアーム等の作業機におけるリンク部を例に挙げて説明するが、本発明は掘削機用作業機のリンク部に限定されず、例えばシリンダのロッドや転輪の回転軸等の各種の摺接部を挙げることができる。また、自動車や産業機械等の回転軸、往復動軸又は揺動軸に適用でき、当業者が容易に適用可能な技術的な範囲をも当然に包含するものである。

【0028】図1は本発明の代表的な実施形態であるシール部の摺接構造の一例を概略的に示す概略断面図であり、掘削機用作業機のリンク部の要部を概略的に図示しており、図2は同摺接構造に適用される軸部材の表面に成膜処理を施すための成膜装置の一例を概略的に示す概略構造図である。

【0029】図1において、シール部の摺接構造である作業機用リンク部1は、筒状のハウジング2と、同ハウジング2に密嵌的に外嵌されたブッシュ3、3に両端が

外部に露呈して回転・揺動自在に圧入される炭素鋼又は合金鋼からなる軸部材4とを有している。この軸部材4と前記ハウジング2との間は、同ハウジング2の両端開口部に同心上に嵌着されたニトリルゴムからなるリップシール材5、5により密封されている。前記軸部材4と前記ブッシュ3との間には図示せぬ潤滑剤が導入される。前記シール材5のリップ部は前記軸部材4の表面に密着して、前記リンク部1の内部に外部から塵埃、土砂や泥水等の異物粒子が侵入することを阻止すると共に、リンク部1の外部に潤滑剤が漏出しないようにして、前記軸部材4と前記ブッシュ3及び前記シール材5との間の内部摩耗を防止している。

【0030】以上のごとく構成された作業機用リンク部1は從来周知の構造を有しているため、ここでは、その詳しい説明は省略し、本発明の特徴部をなす硬質成膜がなされる軸部材4の表面の被覆層について具体的に説明する。

【0031】上述したように、前記リンク部1の内部に對して塵埃や土砂等の異物粒子の侵入を阻止すると共に、軸部材4と上記ブッシュ3及び前記シール材5との間の内部摩耗を防止するという目的を達成するため、本発明は、前記軸部材4の表面の被覆層に特徴を有している。本発明にあって、前記軸部材4の材質は從来から広く知られた周知の炭素鋼等を採用でき、この軸部材4は、その表面に本発明の特徴部をなす硬質膜6を有している。この硬質膜6として、非晶質炭素膜、並びに窒化クロム又は炭化チタンのセラミックなどが挙げられる。

【0032】上記作業機用リンク部1は、上記シール材5と軸部材4との間の摺動と摩擦熱とに基づいて、同シール材5と軸部材4との摺接面において磨耗が進行する。この磨耗量は、シール材5と軸部材4の表面の間の磨耗係数に比例し、磨耗係数が高くなると、前記シール材5が前記軸部材4の表面に移着して磨耗量を劇的に増大させる。その結果、前記シール材5と軸部材4の各摺接部の磨耗や損耗を進行させる。

【0033】このため、本発明にあって、一般的な上記炭素鋼等の材料を母材とした軸部材4の表面に從来周知の成膜処理技術により硬質膜6を形成し、從来の窒化膜や酸化膜と比較してその表面硬度を更に高く、且つ摩擦係数を低くする。この硬質膜6の表面硬度は、ビッカース硬さで約HV1,500～10,000であり、前記窒化膜や酸化膜が約900～3,000であることから、その硬度は極めて高いものとなる。前記硬質膜6の膜厚寸法は約1μmである。この硬質膜6は他の硬質膜である酸化膜や窒化膜に比して摩擦係数も小さく、非常に平滑な表面を有しており、しかも耐磨耗性に優れている。

【0034】前記軸部材4の成膜材料として非晶質炭素膜を採用した場合には、好ましくは前記非晶質炭素膜の含有水素が10アトミック%以下であることが望まし

い。一般に、この非晶質炭素膜6にあっては、水素を多く含有する膜の硬度は小さい。この非晶質炭素膜6中の水素含有量が10アトミック%以上である場合にはシール材5に対する攻撃性が大きくなり、シール材5の磨耗量を増大させるおそれがある。しかも、前記シール材5との密着性を充分に得られず、上記リンク部1の内部を充分に密封させることができないため、あまり実用的ではない。

【0035】前記軸部材4の表面に成膜された硬質膜6により、前記シール材5のシール性を阻害することもなく、前記軸部材4の品質を確保することができると共に、その軸部材4の周囲から油漏れを防止することができる。しかも塵埃、土砂や泥水等の異物粒子の侵入を防止することができて苛酷な使用条件下で長期間の使用に耐えることができる。

【0036】以上のごとく構成された本発明のシール部の摺接構造1によれば、前記軸部材4の表面に成膜された均一な膜厚の硬質膜6は、従来から広く知られた周知の成膜技術を使って生成される。その薄膜作成法は、プラズマCVDの化学的蒸着法、或いは真空蒸着やスパッタリング等のPVD(物理的蒸着法)などを適用できる。ビックース硬度で約HV1,500~8,000程度の目的とする非常に高い硬度値が得られ、軸部材4の表面に平滑で且つ均一な膜厚寸法をなす薄膜を安定して形成することができる。

【0037】図2は一般的なPVD装置の一例を示しており、同図において、真空チャンバ7内に配されたイオン源8はフィラメント電源9aに接続されたフィラメント9、アノード電源10aに接続されたアノード10及びリフレクタ電源11aに接続されたリフレクタ11を有しており、このイオン源8と所定の間隔において回転可能に保持された軸部材4がバイアス電源12に接続されている。この薄膜生成は、例えば真空チャンバ7の中に設置されたイオン源8にベンゼンガスを導入してイオン化し、イオン化されたベンゼンを、マイナス電圧9にバイアスされた軸部材4の表面に加速してぶつけ、軸部材4の表面に所望の膜厚寸法をなす硬質膜6が析出する。このとき、前記軸部材4へのマイナスバイアス電圧9を制御することにより、例えば、生成された非晶質炭素膜6に含有する水素含有量を10アトミック%以下に制御することができる。

【0038】また、他の代表的な生成法としてはスパッタリング法があり、図示せぬ固体カーボンを高速イオン粒子によりスパッタリングして飛散させ、軸部材4の表面に前記カーボンを付着させることにより所望の硬質膜6を容易に生成することができる。

【0039】一方、前記軸部材4に対するシール材5の成形材料として、従来から広く知られた合成樹脂材料又は合成ゴム材料からなる軟質体を適宜採用することができる。従来のシール材の材質より柔軟なシール材5を使

用することにより、前記軸部材4に対する馴染み性や追随性をより向上させることができる。更に、前記シール材5を採用することにより、前記硬質膜6により前述の作用効果が十分に發揮されることに加えて、硬いシール材と比較すれば硬度が極めて高いとは言え、前記軸部材4に摩擦による擦過傷を付けることが減少できるため、上記リンク部1の内外部を確実に遮断することができる。

【0040】また、前記軸部材4の硬度を高くすることは、前記シール材5に耐磨耗性に優れたフィラーラ又は微粒子を配合することができるようになる。このシール材5は従来周知の製法を適宜に採用することにより製造できる。その製法としては、例えばニトリルゴムにフィラーラ又は微粒子を適当に混練配合して所定の金型に導入して加熱、加圧成形する。本発明にあって、前記フィラーラとして炭素繊維やポリアミド等の耐磨耗性の繊維が挙げられ、前記微粒子としてはSiO₂やAl₂O₃等の酸化物、アルミニウムサイドやシリコンナイトサイド等の窒化物、或いはナノメータ領域のダイヤモンド等の粉末などが挙げられる。

【0041】こうしたフィラーラ又は微粒子を含有したシール材5を採用しても、前記軸部材4に対する磨耗量や磨耗速度の増大を誘発させることなく、前記シール材5の耐久性を一層高めている。このため、シール性、耐磨耗性、強度、耐高温性や高耐久性等が長期間にわたって維持される。

【0042】以上のごとく構成された本発明のシール部の摺接構造1を製作して次のような実験を行った。

(実験例1) JIS記号により材質規格された所望の炭素鋼からなる軸部材4を所定のアルカリ系溶液中に漬けてアルカリ洗浄し、軸部材4に付着した酸化膜を吸収除去したのち、その軸部材4に付着したアルカリ成分を水洗除去した。続いて、所望の温度の温風により前記軸部材4を乾燥した。乾燥したのち、前記軸部材4をフッ素系の蒸気流中で洗浄し、その軸部材4に付着した油分や水分等の汚れを十分に除去した。

【0043】次に、洗浄した軸部材4を真空チャンバ7内に移動自在に配したのち、図示せぬ真空ポンプにより真空チャンバ7中の雰囲気を約0.1Paに下げた。この雰囲気を維持した状態で真空チャンバ7中に設置されたイオン源8にベンゼンガスを導入してイオン化し、前記軸部材4の表面に約1KVのバイアス電圧を引加してベンゼンイオンを回転する前記軸部材4の表面に衝突させ、所望の膜厚寸法をなす非晶質炭素膜6を析出させた。これにより、前記軸部材4の表面に約1μmの厚さの非晶質炭素膜6を形成した。この非晶質炭素膜6の硬度はビックース硬度約HV2,500程度であった。

【0044】次に、この軸部材4を上記作業機用リング部1のハウジング2内に装着することによりポリウレタンゴム製の上記リップシール材5に密着させて組み立て

た。続いて、前記リング部1の回転や揺動による連続運転を行った。約25,000時間経過したのち、前記リング部1を分解して前記軸部材4及び前記リップシール材5を観察したところ、この軸部材4の外径とリップシール材5の内径とが略等しい寸法になる程度に磨耗していたが、前記リップシール材5の接触部分を微小に離脱する離脱粉の発生は認められなかつた。前記リング部1の密封性、防水性、防塵性や漏油の防止等を維持することができた。

【0045】(実験例2) 上記実験例1と同様の条件によって、真空チャンバ7内の電極8a, 8b間に高周波電圧を印加して、固体カーボンを高速イオン粒子によりスペッタリングして飛散させた。回転する前記軸部材4の表面に前記カーボンを付着させて、目的とする非晶質炭素膜6を軸部材4の表面に形成した。この非晶質炭素膜6の厚さは約1μmであることに加えて、同非晶質炭素膜6の硬さは約HV6,000であった。

【0046】次に、上記実験例1と同様に、前記軸部材4を上記作業機用リング部1のハウジング2内に装着して約4,000時間程度の連続運転を行つた。連続運転したのち、前記リング部1を分解し、前記軸部材4及び前記リップシール材5を観察したところ、この軸部材4の外径とリップシール材5の内径とが略等しい寸法になる程度に磨耗していたが、前記リップシール材5の磨耗粉の発生は認められなかつた。

【0047】(比較例1) 供試鋼材に上記実験例1と同様の鋼材を用いて、軸部材4にイオン窒化処理を施して軸部材4の表面硬度を約HV1700とした。次に、上記実験例1と同様に、前記軸部材4を上記作業用リング部1のハウジング2内に装着して連続運転を行つた。約150時間経過した後に、前記リング部1を分解して前記軸部材4及び前記リップシール材5を観察したところ、同リップシール材5の磨耗粉が数多く認められた。

【0048】(比較例2) 上記比較例1と同様の鋼材を用いて、軸部材4に成膜処理を施さず、軸部材4の表面硬度を約HV700~750とした。次に、上記実験例1と同様に、前記軸部材4を上記作業用リング部1のハウジング2内に装着して連続運転を行つたところ、約150時間でリップシール材5の磨耗粉が数多く認められ、同リップシール材5及び軸部材4には損傷が生じていた。

【0049】(比較例3) 図3は所望の成膜処理を施した合金鋼の表面にウレタンボールを空気中無潤滑状態(ドライ)で所望の回数摺動させ、そのボールの磨耗量を測定した測定結果を示している。試料は、JIS記号により材質規格されたSCM415H(CrMo鋼)の合金鋼からなる平板材に表面処理しないもの、その平板材の表面に10アトミック%以上の水素を含有するダイ

ヤモンド状炭素膜(DLC)、10アトミック%以下の水素を含有するダイヤモンド状炭素膜(DLC)、窒化クロム、炭化チタン、窒化チタン、炭窒化チタンをそれぞれ被覆したものを用いると共に、摩擦部材として直径が0.63cmのウレタン製ボールを用いた。また、試験条件は摺動回数を54,000回、垂直荷重を5Nとし、潤滑条件をドライとした。

【0050】同図から明らかなように、窒化チタンを被覆したCrMo鋼に対するウレタンボールの磨耗量は約2.95mm³となり、表面処理を施していないCrMo鋼に対してはウレタンボールの磨耗量は約1.8mm³であった。更に、10アトミック%以上の水素を含有するDLCを被覆したCrMo鋼に対してはウレタンボールの磨耗量は約0.6mm³であり、ウレタンボールは大幅に磨耗した。

【0051】これに対して、10アトミック%以下の水素を含有するDLCや炭窒化チタンをそれぞれ被覆したCrMo鋼に対して、ウレタンボールは僅かに磨耗したもの、その磨耗量は0.2mm³以下であった。特に、窒化クロムや炭化チタンをそれぞれ被覆したCrMo鋼に対しては、ウレタンボールの磨耗は認められず、そのボールの接触部分を微小に離脱する磨耗粉の発生は認められなかつた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の代表的な実施形態であるシール部の摺接構造の一例を概略的に示す概略断面図である。

【図2】同摺接構造に適用される軸部材の表面に成膜処理を施すための成膜装置の一例を概略的に示す概略構造図である。

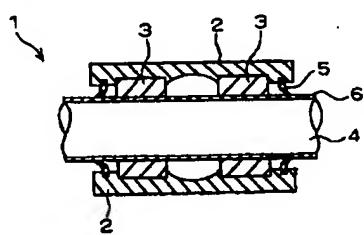
【図3】所望の成膜処理を施した合金鋼の表面に対して、無潤滑状態で所定回数摺動させたときのウレタンボールの磨耗量を測定した測定結果を示すグラフである。

【符号の説明】

1	作業機用リンク部
2	ハウジング
3	ブッシュ
4	軸部材
5	シール材
6	硬質膜
7	真空チャンバ
8	イオン源
9	フィラメント
9a	フィラメント電源
10	アノード
10a	アノード電源
11	リフレクタ
11a	リフレクタ電源
12	バイアス電源

【図1】

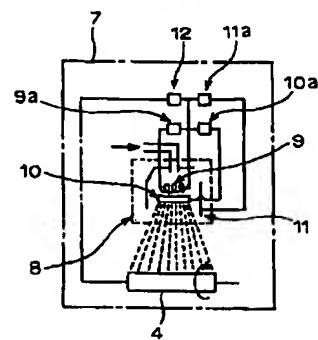
本発明の代表的な実施形態であるシール部の接続構造の一例を概略的に示す断面図



1 作業機用リンク部
2 ハウジング
3 ブッシュ
4 軸部材
5 シール材
6 硬質樹

【図2】

シール部の接続構造に適用される軸部材の表面に成膜処理を施すための成膜装置の一例を概略的に示す断面構造図



4 軸部材
7 真空チャンバ
8 イオン源
9 フィラメント
9a フィラメント電源
10 アノード
10a アノード電源
11 リフレクタ
11a リフレクタ電源
12 バイアス電源

【図3】

所望の成膜処理を施した合金鋼の表面に対して、無潤滑状態で所定回数振動させたときのウレタンボールの磨耗量を測定した測定結果を示すグラフ

